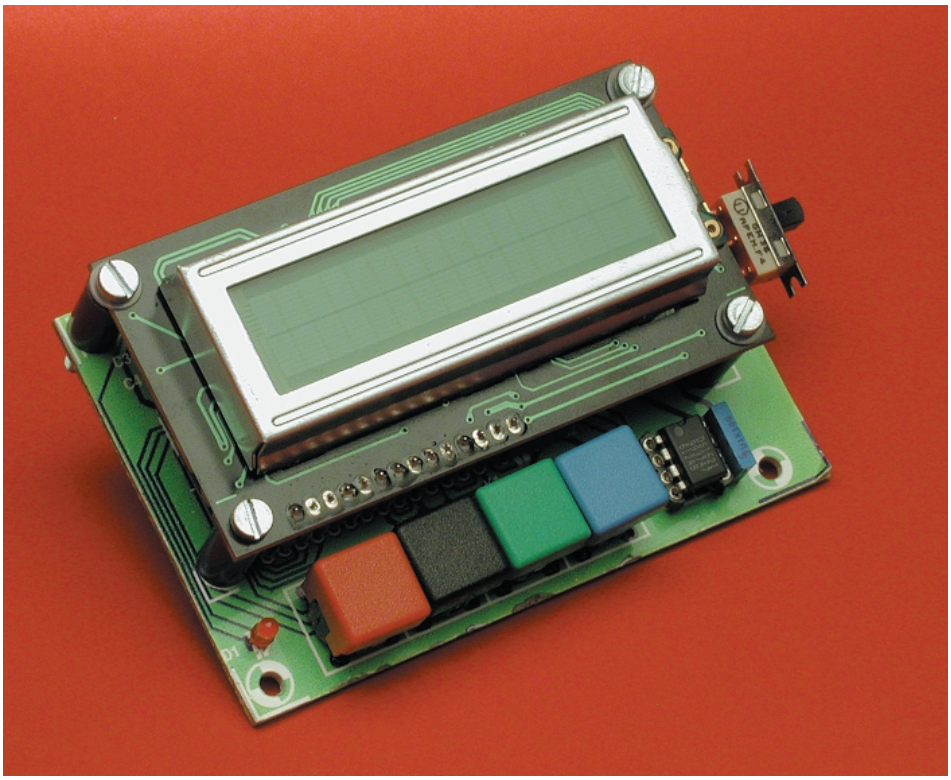
Programmateur pour DS1621

Mise en oeuvre de capteur sans PC

Projet : Achim Tüchter

Le DS1621 de Dallas Semiconductor, un circuit intégré thermomètre/thermostat, se laisse programmer et lire par le biais d'un bus à 2 fils. Cette opération ne requiert pas impérativement la présence d'un PC complet, un programmateur alimenté par pile telle que celui présenté ici fait également parfaitement l'affaire, simplifiant bigrement les choses.



Le DS1621 que nous avons déjà utilisé à plusieurs reprises dans des réalisations décrites dans Elektor est un thermomètre à fonction de thermostat utilisable dans de nombreux domaines. Nous l'avons décrit sous toutes ses coutures dans le numéro de mars 2000 de ce magazine. Les lecteurs ne disposant pas de ce numéro pourront télécharger la fiche de caractéristiques de ce composant à l'adresse www.dalsemi.com/datasheets/pdfs/1621.pdf.

Nous nous limitons partant au strict nécessaire. Toutes les opérations, qu'il s'agisse de lecture ou d'écriture, de la fonction de thermomètre ou de celle de thermostat, se font par l'intermédiaire d'un bus I^2C. Dallas propose un programme (gratuit) à cette intention, logiciel qui tourne uniquement sous Windows et disponible à l'adresse donnée ci-dessus. Cette approche ne pose pas de problème, tant qu'il ne s'agit que d'un test, mais dans la pratique quotidienne devoir mettre un PC en oeuvre pour, par exemple, lire le registre de configuration, ajuster le seuil de déclenchement du thermostat ou tout simplement lancer une séquence de mesure sans durée de rampe. C'est la raison pour laquelle l'auteur a développé une petite platine au prix abordable mais dont la caractéristique la plus intéressante est qu'elle est alimentée par pile, circuit imprimé de la taille d'une demi-carte Europe au centre duquel règne un microcontrôleur de chez Atmel capable d'accéder à toutes les fonctions du DS1621. Plus de soucis avec Windows, de PC portable à trimbaler ou de problème de rallonge secteur...

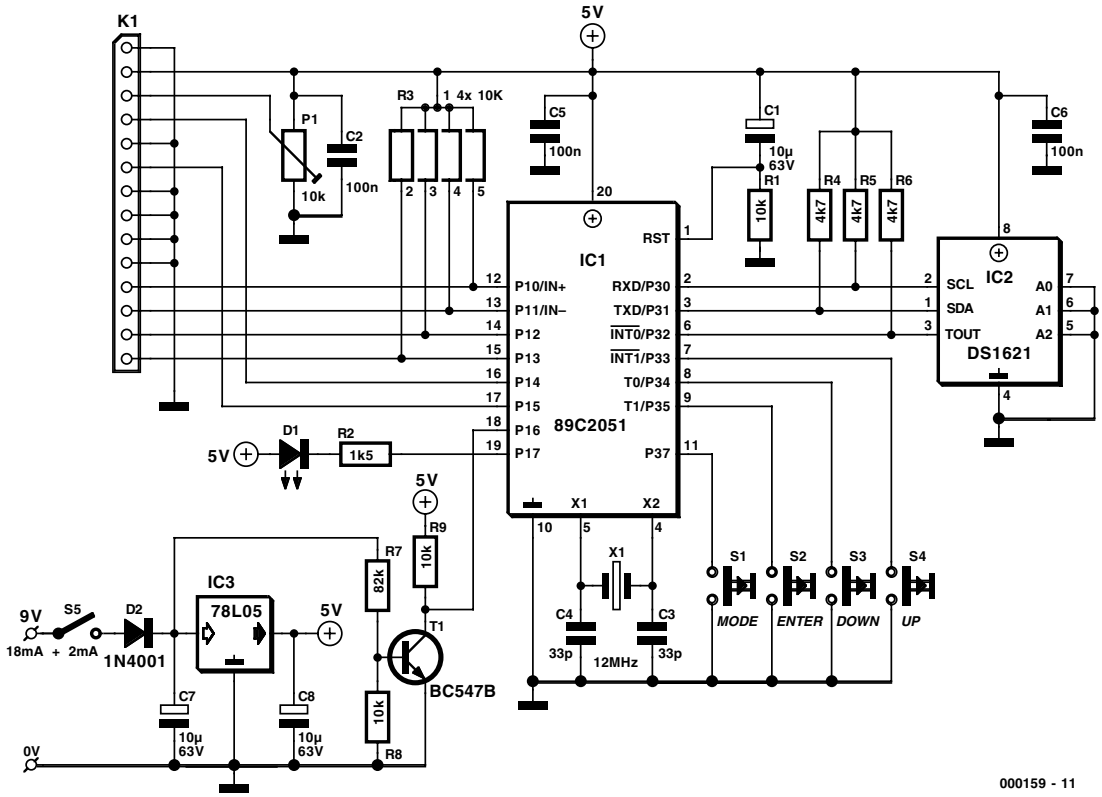


Figure 1. Le contrôleur lit et programme le circuit intégré capteur de température, pilote un module LCD et se laisse commander par le biais de 4 touches.

Le programmateur décrit ici permet de programmer un DS1621 se trouvant déjà en place sur une platine sans avoir à couper l'alimentation de cette dernière ou à sortir le circuit intégré de son support. En dépit de la simplicité de l'approche l'éventail des possibilités offertes est très étoffé. De par l'électronique mise en oeuvre, notre programmateur est non seulement utilisable en tant que programmateur mais peut également, pour peu que l'on y implante un DS1621, servir de centrale de saisie de données autonome. Le circuit intégré pourra être implanté directement sur la platine ou y être relié par un câble en nappe d'adaptation.

1 Microcontrôleur & 4 touches

Un examen au schéma de la **figure 1** montre qu'il se résume à un microcontrôleur épaulé par une alimentation, un réseau d'initialisation à la mise sous tension (POR = *Power On Reset*), un oscillateur à quartz et à un quarteron de boutons-poussoirs. Nous nous intéresserons un peu plus loin aux différents DS1621 et aux câbles d'adaptation. Commençons par examiner l'électronique centrée sur le microcontrôleur.

Le microcontrôleur, un AT89C2051, pilote l'affichage LCD connecté à l'embase K1, interroge les touches S1 à S4 et communique avec le DS1621. Le réseau POR constitué par C1 et R1 garantit un démarrage dans de bonnes conditions du microcontrôleur. Le générateur du signal d'horloge prend la forme du quartz X1 associé aux condensateurs C3 à C4. Le contrôleur est relié au support destiné à recevoir un DS1621, IC2, par le biais des lignes de port P3.0 à P3.2 du microcontrôleur. Ces 3 lignes sont forcées au niveau logique haut par le biais des résistances R4 à R6. À ce niveau, les lignes P3.0 (SCL = *Serial CLock*) et P3.1 (SDA = *Serial DAta*) constituent le bus I^2C, la ligne P3.2 ne servant en fait qu'occasionnellement lorsqu'elle doit véhiculer un message signalant, au cours d'une mesure, que l'on a eu dépassement de la valeur de seuil prédéfinie du thermostat, et cela d'un côté ou de l'autre. Le condensateur C6 élimine les impulsions parasites que pourrait véhiculer la ligne d'alimentation du DS1621.

Le pilotage de la LED de signalisation d'erreur, D1, se fait par le biais de la ligne de port P1.7, la résistance R2 servant à limiter le courant à 2 mA, notre LED D1 étant du type à faible courant. Le port P1.6 est chargé de garder la tension de batterie Tant que le niveau de la tension de batterie, après division par le diviseur de tension que constituent R7 et R8, est suffisante, le transistor T1 est passant forçant la ligne de port P1.6 au niveau haut au travers de la résistance R9.

Il suffit, pour le maniement du programmateur, de 4 touches, S1 à S4, organes de commande connectés aux lignes de port P3.3 à P3.7. L'absence de résistances de forçage au niveau haut (*pull up*) s'explique par la présence, au niveau des ports, de résistances internes assurant cette fonction. La connexion de l'affichage LCD au microcontrôleur se fait par le biais des lignes de port P1.0 à P1.5. Cet affichage travaille en mode d'opération bits, ceci en vue d'économiser de précieuses lignes de port du microcontrôleur. Les 4 lignes de données (D4 à D7 du module LCD) sont forcées au niveau haut par le biais du réseau de résistance R3, les lignes de données non utilisées et la ligne de commande R/W étant mises à la masse. L'ajustable P1 permet de régler le contraste de l'affichage à un niveau convenable.

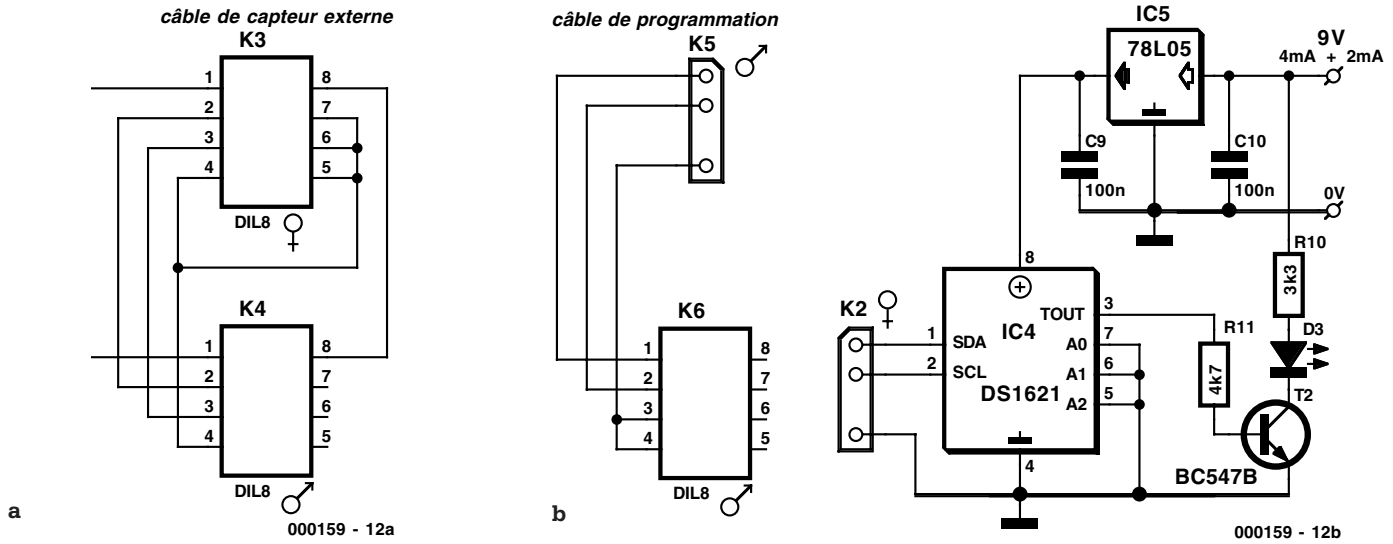


Figure 2. Si l'on ne place pas le capteur directement sur la platine il est possible de l'y relier par le biais d'un câble de liaison externe (a). Il est également possible d'envisager une programmation au coeur même de l'application, cette opération requérant cependant un câble de programmation spécifique tel qu'illustré en (b).

L'alimentation du programmateur se fait à l'aide d'une pile compacte de 9 V. Le régulateur de tension IC3 régule la tension fournie par la pile à la valeur de +5 V requise par l'électronique. La tension servant au test de l'état de la pile est prise en aval de l'interrupteur marche/arrêt S5 et de la diode de protection contre une inversion de polarité de la tension d'alimentation D1. La consommation de courant est de l'ordre de 8 mA auxquels s'ajoutent les quelque 2 mA de la LED (lorsqu'elle est allumée).

Variantes de connexion

Nous avons prévu, en vue de réaliser un programmateur le plus universel possible, différentes possibilités de connexion du capteur. La solution la plus simple consiste sans aucun doute à, comme l'illustre la figure 1, enficher le DS1621 directement dans le support, IC2, prévu à son intention sur la platine. Ce support peut également recevoir un support à contacts (très) fins; on soudera dans ses contacts tulipe, comme l'illustre la **figure 2a**, un câble à 5 fils d'une longueur maximale de 4 mètres. L'autre extrémité du câble sera dotée d'un autre support qui se trouvera, par exemple, sur un petit morceau de platine d'expérimentation à pastilles. À ce niveau également il faudra réaliser la connexion à la masse de la broche 4 vers les entrées d'adresse (broche 5 à 7). Cette solution constitue en fait une sorte de prolongement de la liaison inter-platines.
Il en va autrement dans le cas de la variante de la **figure 2b**. Ici le câble d'adaptation inter-

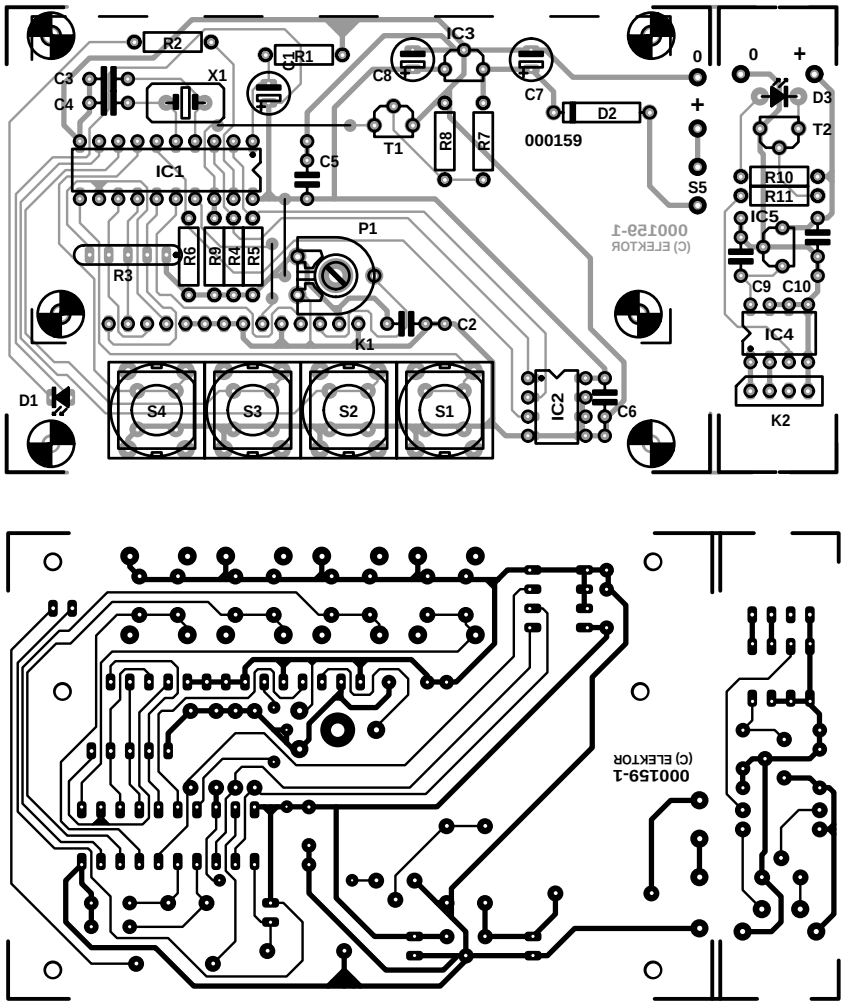


Figure 3. La platine du programmateur de DS1621 dotée d'orifices de fixation pour le module LCD comporte également une partie destinée au capteur, partie qu'il faudra séparer avant de se lancer dans l'implantation des composants.

connecte le programmateur avec le circuit de l'application qui pourra prendre place sur un petit morceau de platine. On procède au prolongement du bus I²C et de la ligne de masse uniquement, le DS1621 recevant sa tension d'alimentation par le biais d'un régulateur de tension qui lui est propre. La sortie du DS1621 attaque sa propre LED de signalisation d'erreur, D3. Ici à nouveau l'adresse du DS1621 est mise à zéro. Sachant qu'il est impossible d'interroger la sortie du DS1621, la broche 3 du support K6 devra être reliée à la masse.

L'autre extrémité du câble pourra être dotée d'un simple morceau de barrette autosécable à 4 contacts en ligne, la broche 3 de ce connecteur étant coupée à la pince vu qu'elle n'est pas utilisée. Pour peu que l'on mette de la soudure dans le contact numéro 3 de l'embase K2 correspondante, on élimine du même coup tout risque d'erreur d'inversion de la polarité à la connexion.

Mode d'emploi

Il faudra, dans tous les cas de figure, avant de mettre le programmateur sous tension, faire en sorte qu'il soit en liaison avec un DS1621. Après mise sous tension (ou une activation de la touche <ENTER>, S2) on verra apparaître le message « *DS1621 - Programmer* ». Il est procédé, après un court délai, au test de la communication avec le DS1621. Il est important de savoir que le programmateur ne travaille qu'avec l'adresse composant « 0 ». En cas de communication problématique on verra apparaître le message « *<<ERROR>> push -ENTER-* » et clignoter la LED D1. C'est la situation que l'on rencontrera à chaque fois que la liaison vers le DS1621 ne se fait pas ou qu'elle ne se fait pas correctement. Il faudra dans ce cas-là vérifier l'adresse du DS1621 et

Liste des composants

Résistances :
R1,R8,R9 = 10 kΩ
R2 = 1kΩ5
R3 = réseau SIL de 4 résistances de 10 kΩ
R4 à R6,R11 = 4kΩ7
R7 = 82 kΩ
P1 = ajustable 10 kΩ

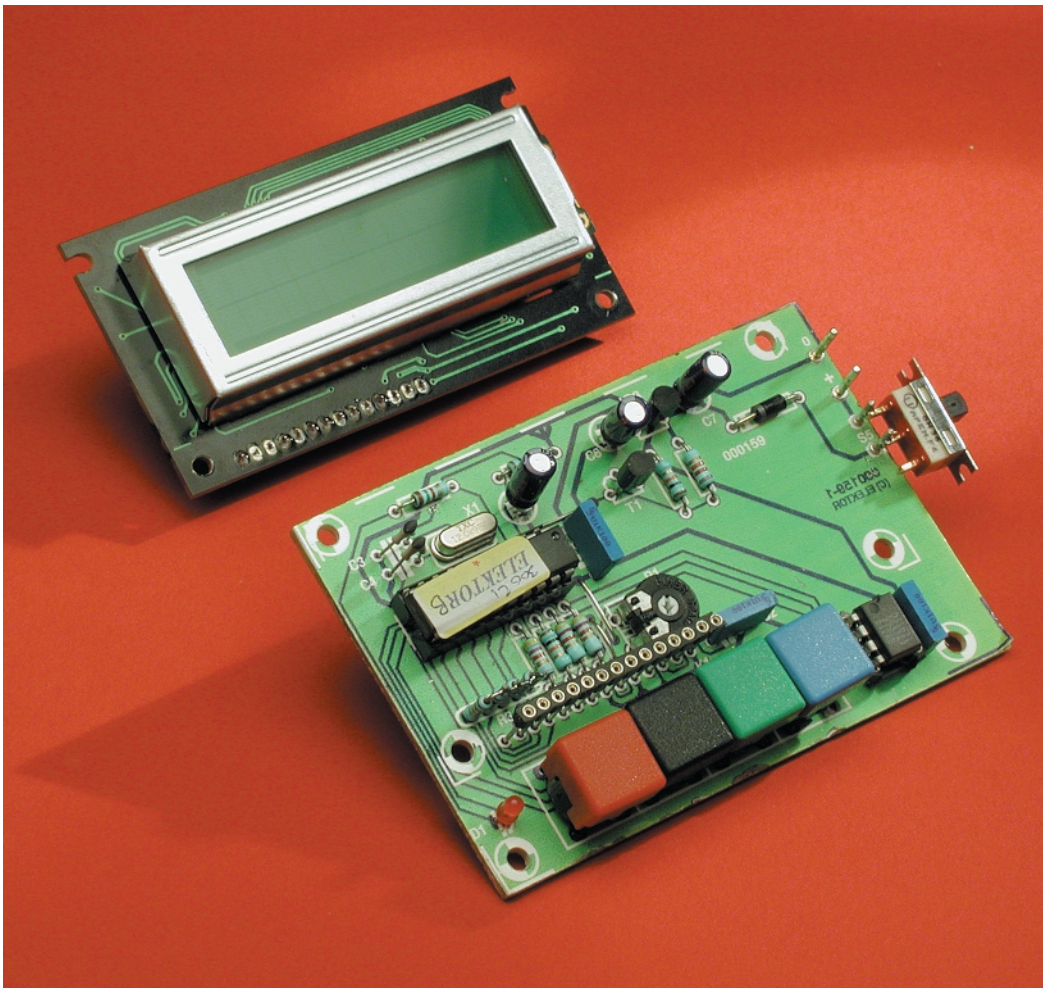
Condensateurs :
C1,C7,C8 = 10 µF/63 V vertical
C2,C5,C6,C9,C10 = 100 nF
C3,C4 = 33 pF

Semi-conducteurs :
D1,D3 = LED à haut rendement
D2 = 1N4001
T1,T2 = BC547B
IC1 = 89C2051-12PC (Atmel, programmé **EPS000159-41**)
IC2,IC4* = DS1621 (Dallas chez Farnell 670704) sur support
IC3,IC5* = 78L05

Divers :
K1 = module LCD (2 x 16 caractères (LTN211R-10, LM16A211, LM16A212)
K3,K4,K6 = support tulipe et contacts fins à 8 broches (Conrad 7333 0650)
K2,K5 = embase autosécable à 1 rangée de 4 contacts
S1 à S4 = bouton-poussoir unipolaire à contact travail (Multimec D6-Q ou Marquardt chez Conrad RFA 706892 + capuchon)
S5 = interrupteur unipolaire à glissière
X1 = quartz 12 MHz
PC1 à PC4 = picot
pile compacte 9 V avec connecteur à pression

Sources EPS et Internet

La platine est disponible auprès des adresses habituelles sous la dénomination **EPS000159-1**. La disquette **EPS000159-11** comporte le code-source et le listing hexadécimal du programme du contrôleur. On pourra télécharger gratuitement le dessin de la platine et les 2 listages du site Elektor à l'adresse www.elektor.presse.fr.
Si vous n'êtes pas en mesure de programmer le microcontrôleur ou que cette opération vous rebute, vous pourrez le trouver programmé sous la dénomination **EPS000159-41**.



tester la liaison assurant la communication avec le capteur.
Il est procédé, une fois la connexion correctement établie, à une initialisation du circuit intégré. Le message apparaissant sur l'affichage sera alors « *Chip Testing*! ». Les registres TH et TL ainsi que le registre de configuration sont lus; il est ensuite effectué conversion de température et une lecture du résultat de cette opération. Lorsque la transmission de toutes les données s'est faite correctement le programmateur annonce la bonne nouvelle par l'affichage d'un message « *Chip <<OK>>* » rassurant.
Le capteur se trouve alors en mode mesure continue et est prêt à être mis à contribution. On pourra alors, si tant est que le DS1621 soit implanté dans une application et qu'il ne requiert pas de modification du paramétrage, déconnecter le programmateur de montage-cible.
Après le test du circuit intégré on passe dans le menu doté des options suivantes : *Thermometer, TH-Register, TL-Register* et *Output Polarity*. La touche « MODE », S1 permet de passer d'une option du menu à l'autre, une action sur la touche « ENTER » se traduisant par l'appel à la fonction correspondante.

Thermomètre

Dans cette fonction, le programmateur travaille à la manière d'une sorte de centrale d'acquisition de données. Le mode de connexion utilisé pour le DS1621 ne joue pas de rôle dans ce mode-là.
La première ligne de l'afficheur donne la température mesurée à cet instant, cette valeur étant rafraîchie périodiquement. La seconde ligne donne les valeurs de température extrêmes absolues, logiquement, la température la plus faible à gauche, la plus élevée à droite.
On a indication, outre ces valeurs, du comportement de l'hystérésis. Si la température se trouve à l'intérieur du domaine défini par les 2 seuils, on verra s'afficher une paire de traits « – – » sur l'afficheur. Si la température atteint ou dépasse la valeur stockée dans le registre TH (Température *High*) on verra s'afficher les lettres *TH*, à l'inverse, si c'est le seuil inférieur qui est atteint ou dépassé, on aura affichage du message *TL* (Température *Low*). Cela permet de vérifier le réglage de l'hystérésis. La LED D1 ou D3 s'allume lorsque la sortie I/O du capteur. Il est possible ainsi de simuler le comportement de commutation du DS1621. Il suffit, à tout instant, pour quitter la fonction Thermomètre, d'appuyer sur la touche « ENTER ».

Registres TH et TL

Cette option du menu permet de vérifier le paramétrage des registres TH et TL, voire de le modifier et de tester l'indicateur (*flag*) des registres (non-respect des valeurs limites). L'afficheur indique, sur sa première ligne, le nom du registre, *TH - Register* par exemple, la seconde ligne donnant la valeur actuelle contenue par le registre. Si le nom du registre est suivi par un point d'exclamation (*TH - Register !*) cela signifie que le bit de l'indicateur est positionné (mis à 1) et que partant la valeur limite a été atteinte. Une action sur la touche « ENTER » et l'on a quitté cette option du menu, les indicateurs et les registres gardent leur état.
Pour modifier la valeur du registre on utilise les touches UP (S4) et DOWN (S3). Le changement de valeur se fait par pas de 0,5 °C sur une plage qui va de –55,0 °C à +125,0 °C. En cas d'action sur l'une de ces 2 touches la LED s'allume signalant ainsi une modification de la valeur et également l'effacement des 2 (!) indicateurs correspondants. Ce processus se traduit bien entendu aussi par la disparition du point d'exclamation sur l'afficheur. Si l'on réintroduit la valeur précédente, le seul résultat de cette opération sera une remise à zéro des indicateurs.
Une nouvelle action sur ENTER fait quitter la nouvelle programmation et nous ramène au menu.

Polarité de sortie

Cette option du menu permet de contrôler et de modifier la sortie I/O du DS1621. En cas d'affichage de « *OUTPUT = 1* » cela signifie que la sortie est active au niveau haut, ce qui signifie qu'elle passe au niveau haut lorsque la valeur limite est dépassée dans un sens ou dans l'autre. À l'inverse, un affichage « *OUTPUT = 0* » signale une sortie active au niveau bas. Il est possible de modifier le comportement de commutation de la sortie par action sur les touches UP et DOWN. Une action sur « ENTER » stocke le paramétrage dans la mémoire du DS1621 et fait sortir de cette option du menu.
Le programmateur est doté d'un dispositif de suivi de la tension de pile qui entre en action lorsque la tension devient trop faible. On voit dans ce cas-là apparaître le message « - Low Batt. - insert new batt » sur l'affichage. En même temps, la LED signalant un problème technique clignote. Seul un remplacement de la pile permettra d'éliminer cette signalisation de situation anormale, il n'est pas possible de la mettre hors-service.

La réalisation

L'électronique compacte du programmateur de DS1621 prend place sur la platine dont on retrouve le dessin des pistes et la sérigraphie en **figure 3**. On commencera par séparé la partie de la platine, sur la droite, réservée au capteur. La mise en place des composants n'appelle pas de remarque particulière à ceci près qu'il est recommandé d'utiliser, pour le quartz X1, un boîtier bas et de coucher éventuellement le condensateur C1 pour éviter que le module LCD ne soit à monter à un écartement trop important de la platine. Les orifices de fixation sont utilisables pour les modèles d'afficheurs donnés dans la liste des composants. Le connecteur K1 pourra prendre la forme de conducteurs isolés de faible diamètre soit d'une embase à contacts pour *wire-wrapping*. Le contraste de l'affichage pourra être ajusté, une fois la platine terminée et le programmateur sous tension, par action sur l'ajustable P1 sis sur la platine principale et accessible par le dos du circuit imprimé grâce à l'orifice dont il est doté à cet effet.
On pourra, si l'on n'a pas d'autre option, implanter un support ordinaire en position IC2. Cependant, il est préférable, surtout s'il est question de programmer de nombreux DS1621, d'y implanter un support de test (à ne pas confondre avec les supports à Force d'Insertion Nulle (ZIF) sensiblement plus chers), support à contacts tulipe où l'extraction du circuit se fera à l'aide d'une cale. Cette approche ne peut qu'être bénéfique pour la durée de vie du support et la symétrie des contacts des circuits intégrés à programmer. Il n'existe cependant pas de modèle à 8 contacts de ce type de support de test, de sorte que l'on pourra se résoudre à utiliser un modèle à 14 contacts dont on aura coupé un certain nombre de « pattes ».

(000159)